

cite

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-232112

(43)公開日 平成6年(1994)8月19日

(51)Int.Cl.⁵H 0 1 L 21/306
21/027

識別記号

B 9278-4M

7352-4M

F I

H 0 1 L 21/ 30

3 0 1 Z

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平5-20108

(22)出願日 平成5年(1993)2月8日

(71)出願人 000231073

日本航空電子工業株式会社
東京都渋谷区道玄坂1丁目21番6号

(72)発明者 小林 一雅

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番6号 日本
航空電子工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 草野 卓 (外1名)

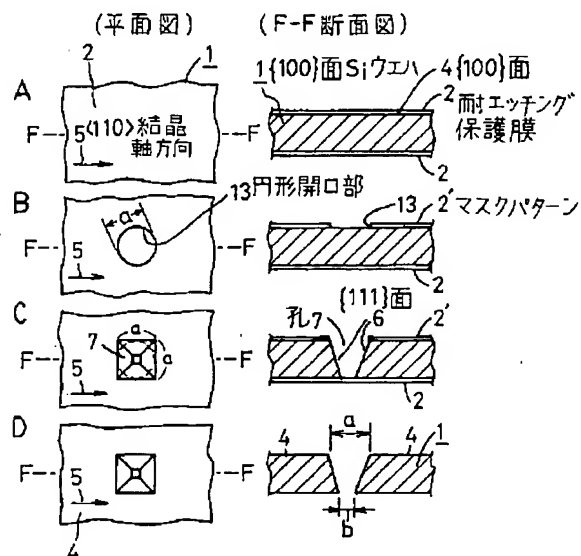
(54)【発明の名称】 シリコンの微細加工方法

(57)【要約】

【目的】 シリコンウエハの結晶軸方向と、マスクパターンとの角度合わせに精度を要せず、かつ異方性エッチングによる加工精度を向上させる。

【構成】 $\{100\}$ 面Siウエハ1の $\{100\}$ 面4に、円形開口部13を有する耐エッチング保護膜(マスクパターン)2を形成して、異方性エッチングを行い、四角錐状の孔7を形成する。孔7の上端の対向する2辺は $\langle 110 \rangle$ 結晶軸方向5と平行で、他の2辺は結晶軸方向5と直角で、各辺の長さは開口部13の直径aに等しくなる。孔7は傾斜した $\{111\}$ 面6で囲まれている。 $\{110\}$ 面Siウエハを用いた場合には、対向する2辺の間隔aをもつ菱形の孔が $\{110\}$ 面と垂直に形成される(図示せず)。いずれの場合も結晶軸方向とマスクパターンにずれがあっても、孔7の前記寸法aは一定で、マスクパターンの円形開口部13の直径aに等しい。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 {100}面シリコンウエハの{100}面に、円形開口部を有するマスクパターンを形成して、異方性エッチングを行い、前記{100}面に四角錐状の孔を形成することを特徴とするシリコンの微細加工方法。

【請求項2】 {110}面シリコンウエハの{110}面に、円形開口部を有するマスクパターンを形成して、異方性エッチングを行い、前記{110}面に菱形状の孔を形成することを特徴とするシリコンの微細加工方法。

【請求項3】 請求項1又は2に記載のシリコンの微細加工方法において、前記孔が前記シリコンウエハを厚味方向に貫通形成されていることを特徴とする。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はシリコンの異方性エッチングによる微細加工技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のシリコン異方性エッチングによる微細加工方法を、多数の先球加工された光ファイバ（先球光ファイバと言う）の各ファイバ先端の位置合せに使用する位置決め治具を作製する場合を例にして説明する。図4は{100}面シリコンウエハ1上に形成したSiO₂又はSi₃N₄などの耐エッチング用保護膜2に一辺の長さがaの正方形開口部3を設け、異方性エッチングを実施した場合の図である。

【0003】シリコンは特定の結晶方位によってエッチング速度が異なる。つまり、異方性をもっている。シリコンは{100}面で最もエッチングが速く進み、{111}面でのエッチング速度が遅い。このエッチング速度比（{100}：{111}=100：1）を利用して様々な構造物を作製することができる。{100}面シリコンウエハ1を使用し、<110>結晶軸方向5と耐エッチング用保護膜2に形成した正方形開口部3の一辺の方向を一致させ、異方性エッチングを実施すると、正方形開口部3はウエハ厚さ方向でエッチングが速く進む。また、側面は保護膜2に形成した正方形開口部3の各辺より、{100}面4から54.7°傾いた{111}面6が現れる。この{111}面6のエッチング速度は{100}面4のエッチング速度と比較して1/100と非常に遅いので、図4Bに示すような四角錐状の孔7を開けることができる。

【0004】しかし、図4Cに示すように<110>結晶軸方向5と正方形開口部3の一辺との角度合わせ精度が不正確なままエッチングを実施した場合、エッチング加工した四角錐状の孔7の側面である{111}面6は平坦な面にならず、{111}面が階段状に現れ、孔側面が粗れる。その結果、孔7の上端開口の寸法は、正方形開口部3の一辺aよりもa'だけ広がり、孔7の底部

の寸法はbよりもb'だけ広がってしまう。

【0005】また、図5に示すように{110}面シリコンウエハの場合、ウエハ8上に形成した耐エッチング用保護膜2に菱形開口部9を設けることにより、異方性エッチングが可能となる。菱形開口部9の長い方の対角線Laを<001>結晶軸方向10に選ぶと（短い方の対角線Lbは<110>結晶軸方向に一致する）、{111}面6で囲まれ、水平断面が菱形の孔7が得られる。このとき{110}面12に対し垂直に{111}面6が現れる。

【0006】図5Cに示すように、{110}面シリコンウエハの場合、菱形開口部9の長い長い方の対角線Laの方向が<001>結晶軸方向10よりずれていると、孔7を囲む{111}面6が粗れ、開口寸法が広がってしまう。図5Cでは孔7の一辺の長さcがc'だけ、また菱形（平行四辺形）の高さaがa'だけ広がっている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】{100}面シリコンウエハ1を使用した場合、<110>結晶軸方向5と正方形開口部3の一辺との角度合わせ精度が直接加工精度に影響する。{110}面シリコンウエハ8を使用した場合は<001>結晶軸方向10と菱形開口部9の長い方の対角線Laとの角度合わせ精度が直接加工精度に影響する。いずれの場合もエッチングによって形成した孔7の側面である{111}面6は平坦な面にならずに階段状に現れ、粗れてしまう。その結果各ウエハ間で孔7の寸法にばらつきが生ずる欠点がある。

【0008】このようなウエハを先球光ファイバの位置決め治具に用いると、治具によって、光ファイバの先端の位置にバラツキが生ずる結果となる。本発明はSiウエハの結晶軸方向と、ウエハ上に形成した保護膜の開口部の一辺又は対角線の方向との角度合わせ精度、つまりマスクパターンとの角度合わせ精度が不要で、従来の方法に比べて異方性エッチングによる加工精度が向上する加工方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】（1）請求項1の発明は、{100}面シリコンウエハの{100}面に、円形開口部を有する耐エッチング保護膜を形成して、異方性エッチングを行い、前記{100}面に四角錐状の孔を形成するものである。

（2）請求項2の発明は、{110}面シリコンウエハの{110}面に、円形開口部を有する耐エッチング保護膜を形成して、異方性エッチングを行い、前記{110}面に菱形状の孔を形成するものである。

【0010】（3）請求項3の発明は、前記（1）又は（2）項に記載のシリコンの微細加工方法において、前記孔が前記シリコンウエハを厚味方向に貫通形成されているようにしたものである。

【0011】

【実施例】この発明を図1～図3に示す実施例に基づいて説明する。これらの図には図4、図5と対応する部分に同じ符号を付してある。本発明ではシリコンウエハ上に形成した耐エッチング用保護膜2に円形状開口部13を設ける。図2に示すように円形開口部13から孔7の側面に{111}面6が現れ、四角錐状の孔7が得られる。前述したようにシリコンは{100}面4でエッチングが最も速く進行し、{111}面6でエッチングが最も遅くなる。このエッチング速度の相違により四角錐状の孔7が得られる。耐エッチング用保護膜2に円形開口部13を設けた場合でも従来の正方形開口部3を設けてエッチング加工した場合(図4B)と同様の孔となる。

【0012】円形開口部13を設けてエッチング加工した場合、 $\langle 110 \rangle$ 結晶軸方向5と保護膜2にマトリックス状に配列形成した多数の円形開口部配列の行方向14との角度合わせ精度、つまりマスクパターン2との角度合わせ精度とは無関係に孔7の側面である{111}面6が平坦に現れる。図2Cに示すように例えば $\langle 110 \rangle$ 結晶軸方向5と円形開口部配列の行方向14との角度合わせ精度が不正確な場合でも、開口部が円形であるので、孔側面である{111}面6は平坦な面となる。従来の正方形開口部3の場合と異なり、エッチング加工後の孔7の上端の寸法aと下端の寸法bとはともに広がり量をもたない。

【0013】図2Cにおいて、孔7の対向する2辺は $\langle 110 \rangle$ 結晶軸方向5と平行に形成されるため、四角錐状の孔7は行方向14に対して斜めに傾くが、前記寸法a、bがウエハによらず一定にできるので、先球光ファイバの位置決め治具に用いた場合に、治具によらず光ファイバの先端の位置を一定にそろえられる。このように円形開口部13を設けることにより、従来の方法に比べ、加工精度が向上し、さらに $\langle 110 \rangle$ 結晶軸方向5と、マトリックス状に配列された円形開口部13配列の行方向14との角度合わせ精度、つまりマスクパターンとの角度合わせ精度が不要となる。

【0014】また、図3に示すように{110}面シリコンウエハ8を使用した場合も上述と同様に、耐エッチング用保護膜2に円形開口部13を設けることにより、 $\langle 001 \rangle$ 結晶軸方向10と円形開口部13配列の行方向14との角度合わせ精度、つまりマスクパターンとの角度合わせ精度と無関係に高精度な異方性エッチング加工が実施できる。

【0015】この発明の実施例を製造工程順に説明する。

(1) SiO_2 (または Si_3N_4)より成る耐エッチング用保護膜2を{100}面Siウエハ1の両面に付ける(図1A)。

(2) 次に沸化水素を用いたエッチング処理により上面

の保護膜2に円形開口部13を形成する(図1B)。

【0016】(3) 異方性エッチングを行ない、四角錐状の孔7を形成する(図1C)。

(4) 両面の耐エッチング保護膜2を沸化水素溶液につけて除去する(図1D)。

円形開口部13を用いて開けた孔7の寸法精度はシリコンウエハ1の結晶軸方向5とマスクパターン2'との角度合わせ精度に影響されず、円形開口部13の直径寸法aの精度によってのみ、加工精度が決まる。したがってシリコンの結晶軸方向5とマスクパターン2'との角度合わせ精度が不要で高精度の異方性エッチング加工が可能となる。

【0017】{110}面Siウエハ8を用い、保護膜2に円形開口部13を設けて異方性エッチング処理して菱形の孔7を形成する場合も前述の{100}面シリコンウエハ1を用いる場合と同様であるので説明を省略する。これ迄の説明ではシリコンウエハに孔7を厚さ方向に貫通させているが、この発明はこの場合に限らず、任意の深さに孔を形成する場合にも適用できる。

【0018】

【発明の効果】シリコンウエハに形成した耐エッチング用保護膜2に円形開口部13を設けることにより、開けられた孔の寸法がウエハの結晶軸方向とマスクパターンとの角度合わせ精度に影響されることがなくなり、高精度の異方性エッチング加工が実施できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】{100}面Siウエハを用いたこの発明の実施例を作業工程順に説明した平面図及び断面図。

【図2】この請求項1の発明を適用して、先球光ファイバ用の位置決め治具を作製する実施例を示す図で、Aは上面に円形開口部13を有するマスクパターンを形成した{100}面Siウエハの平面図、BはAのウエハを異方性エッチング処理して四角錐状の孔7を形成した場合の平面図及び断面図、CはBにおいて $\langle 110 \rangle$ 結晶軸方向5とマスクパターン(円形開口部13配列の行方向14)とがずれた場合のシリコンウエハの平面図及び断面図。

【図3】請求項2の発明を適用して、先球光ファイバ用の位置決め治具を作製する他の実施例を示す図で、Aは菱形の孔7を形成した{110}面シリコンウエハの平面図、BはAのF-F断面図、CはAのH-H断面図。

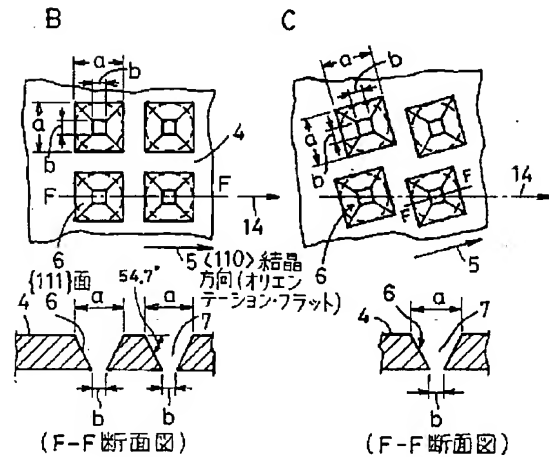
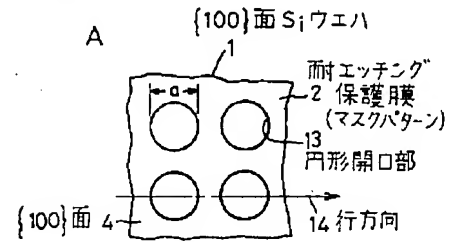
【図4】Aは上面に正方形開口部3を有するマスクパターン2を形成した従来の{100}面Siウエハの平面図、BはAのウエハを異方性エッチング処理して四角錐状の孔7を形成した場合の平面図及び断面図、CはBにおいて $\langle 110 \rangle$ 結晶軸方向5とマスクパターン(円形開口部13配列の行方向14)とがずれた場合のシリコンウエハの平面図及びF-F断面図。

【図5】Aは上面に菱形開口部9を有するマスクパターンを形成した従来の{110}面Siウエハの平面図、

開口部9の対角線L aの方向)とがずれた場合のシリコンウエハの平面図及びF-F断面図。

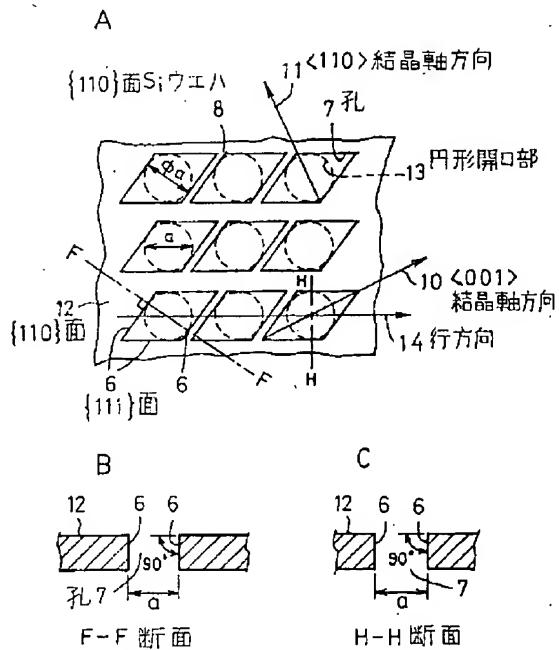
【図2】

☒ 2



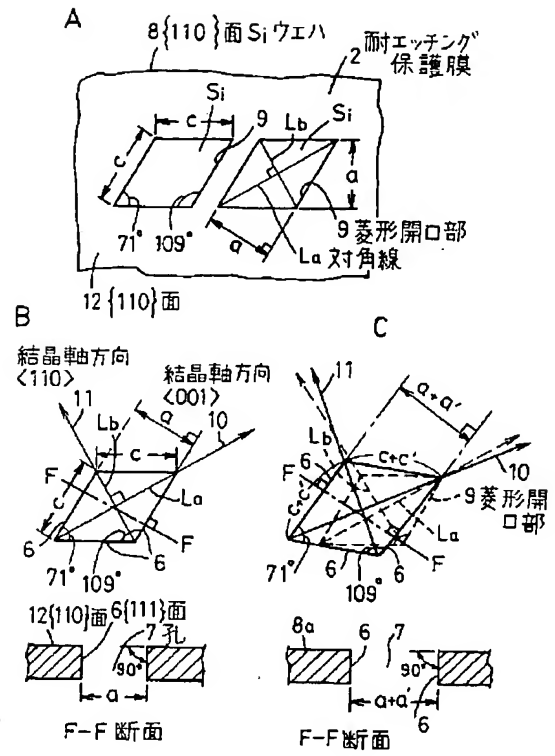
【図3】

☒ 3



【図5】

5



DERWENT-ACC-NO: 1994-306171

DERWENT-WEEK: 199438

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Silicon machining method used in high resolution shaping of silicon substrate - incorporating formation of mask pattern which has circular opening part and performs anisotropic etching to generate square shaped to hole

PATENT-ASSIGNEE: NIPPON KOKU DENSHI KOGYO KK[NIAV]

PRIORITY-DATA: 1993JP-0020108 (February 8, 1993)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 06232112 A	August 19, 1994	N/A	005	H01L 021/306

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 06232112A	N/A	1993JP-0020108	February 8, 1993

INT-CL (IPC): H01L021/027, H01L021/306

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 06232112A

BASIC-ABSTRACT:

The silicon machining method is executed on a silicon substrate. Resist film

(2) with circular opening path are formed on (100) faces (1,4). Anisotropic etching is carried out and a hole in the shape of a square (7) is formed on two

edges of face (110) are positioned in front of hole (7). These two edges are parallel to a crystallographic axis of horizontal direction (5).

The other two edges are at right angles to the horizontal axis. The length of each edge is equal to diameter of opening part (13). The hole is surrounded by inclined (111) face (6).

ADVANTAGE - Ensures angle matching accuracy in crystallographic axis direction of substrate and mask pattern. Provides highly precise machining by etching process.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/5

TITLE-TERMS: SILICON MACHINING METHOD HIGH RESOLUTION SHAPE SILICON SUBSTRATE

INCORPORATE FORMATION MASK PATTERN CIRCULAR OPEN PART PERFORMANCE

ANISOTROPE ETCH GENERATE SQUARE SHAPE HOLE

DERWENT-CLASS: L03 U11

CPI-CODES: L04-A01; L04-C06;

EPI-CODES: U11-C07B; U11-C07C1; U11-C07D9;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1994-139484

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1994-240805

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the ultra-fine processing technology by the anisotropic etching of silicon.

[0002]

[Description of the Prior Art] The case where the positioning fixture which uses the micro-processing approach by the conventional silicon anisotropic etching for alignment at each tip of a fiber of the optical fiber (it is called a point ball optical fiber) with which point ball processing of a large number was carried out is produced is made into an example, and it explains. SiO₂ in which drawing 4 was formed on the {100} side silicon wafer 1 Or Si₃N₄ etc. -- it is drawing at the time of die length of one side forming the square opening 3 of a in the protective coat 2 for etching-proof, and carrying out anisotropic etching.

[0003] An etch rate changes with crystal orientation of specification [silicon]. That is, it has an anisotropy. Etching progresses quickly most in respect of {100}, and the etch rate of silicon in {111} sides is slow. Various structures are producible using this etching velocity ratio ({100}:{111}=100:1). If use the {100} side silicon wafer 1, the <110> crystal orientation 5 and the direction of one side of the square opening 3 formed in the protective coat 2 for etching-proof are made in agreement and anisotropic etching is carried out, as for the square opening 3, etching will progress quickly in the wafer thickness direction. Moreover, the {111} side 6 to which 54.7 degrees inclined from the {100} side 4 appears from each side of the square opening 3 which formed the side face in the protective coat 2. Since the etch rate of this {111} side 6 is very as slow as 1/100 as compared with the etch rate of the {100} side 4, it can open the hole 7 of the shape of a square spindle as shown in drawing 4 B.

[0004] However, the {111} side 6 which is a side face of the hole 7 of the shape of a square spindle which carried out etching processing when [whose include-angle doubling precision of the <110> crystal orientation 5 and one side of the square opening 3 is incorrectness as shown in drawing 4 C] often etching does not turn into a flat field, but stair-like, {111} sides are expression and a hole side face is rough ****. Consequently, as for the dimension of upper limit opening of a hole 7, only a' will spread rather than one side a of the square opening 3, and, as for the dimension of the pars basilaris ossis occipitalis of breadth and a hole 7, only b' will spread rather than b.

[0005] Moreover, as shown in drawing 5, in the case of a {110} side silicon wafer, anisotropic etching becomes possible by forming the rhombus opening 9 in the protective coat 2 for etching-proof formed on the wafer 8. If the diagonal line La of the longer one of the rhombus opening 9 is chosen as the <001> crystal orientation 10 (the diagonal line Lb of the shorter one is in agreement with <110> crystal orientations), it will be surrounded in respect of [6] {111}, and the hole 7 of a rhombus will be obtained for a horizontal section. At this time, the {111} side 6 appears perpendicularly to the {110} side 12.

[0006] If the direction of the diagonal line La of the long, longer one of the rhombus opening 9 has shifted from the <001> crystal orientation 10 in the case of the {110} side silicon wafer as shown in drawing 5 C, rough ** and an opening dimension will spread [the {111} side 6 surrounding a hole 7]. In drawing 5 C, only in c', die-length [of one side] c of a hole 7 spreads, and, only in a', height a of a rhombus (parallelogram) has spread.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When the {100} side silicon wafer 1 is used, the include-angle doubling precision of the <110> crystal orientation 5 and one side of the square opening 3 influences direct process tolerance. When the {110} side silicon wafer 8 is used, the include-angle doubling precision of the <001> crystal orientation 10 and the diagonal line La of the longer one of the rhombus opening 9 influences direct process tolerance. The {111} side 6 which is a side face of the hole 7 which formed by etching in any case appears stair-like, without becoming a flat

field, and is rough *****. As a result, the dimension of a hole 7 has the fault which dispersion produces between each wafer.

[0008] If such a wafer is used for the positioning fixture of a point ball optical fiber, a result which variation produces in the location at the tip of an optical fiber will be brought with a fixture. Include-angle doubling precision of the crystal orientation of Si wafer and the direction of one side or the diagonal line of opening of the protective coat formed on the wafer of this invention, i.e., include-angle doubling precision with a mask pattern, is unnecessary, and it is in offering the processing approach whose process tolerance by anisotropic etching improves compared with the conventional approach.

[0009]

[Means for Solving the Problem] (1) Invention of claim 1 forms in the {100} sides of a {100} side silicon wafer the etching-proof protective coat which has circular opening, performs anisotropic etching and forms a square spindle-like hole in the aforementioned {100} field.

(2) Invention of claim 2 forms in the {110} sides of a {110} side silicon wafer the etching-proof protective coat which has circular opening, performs anisotropic etching and forms a rhombus-like hole in the aforementioned {110} field.

[0010] (3) In the micro-processing approach of silicon given in the above (1) or (2) terms, as for invention of claim 3, the penetration formation of said hole is made to carry out said silicon wafer in the direction of the thick taste.

[0011]

[Example] This invention is explained based on the example shown in drawing 1 - drawing 3. The same sign as drawing 4, drawing 5, and a corresponding part is given to these drawings. In this invention, the circle configuration opening 13 is formed in the protective coat 2 for etching-proof formed on the silicon wafer. As shown in drawing 2, the {111} side 6 appears in the side face of a hole 7 from the circular opening 13, and the square spindle-like hole 7 is obtained. As mentioned above, in respect of [4] {100}, etching is the quickest, silicon runs, and etching becomes the slowest in respect of [6] {111}. The square spindle-like hole 7 is obtained by difference of this etch rate. Even when the circular opening 13 is formed in the protective coat 2 for etching-proof, it becomes the same hole as the case (drawing 4 B) where formed the conventional square opening 3 and etching processing is carried out.

[0012] When the circular opening 13 is formed and etching processing is carried out, the {111} side 6 whose include-angle doubling precision with the line writing direction 14 of much circular opening arrays which carried out array formation, i.e., the include-angle doubling precision with a mask pattern 2, is the side face of a hole 7 independently appears evenly in the <110> crystal orientation 5 and a protective coat 2 at the shape of a matrix. since opening is circular even when the include-angle doubling precision of the <110> crystal orientation 5 and the line writing direction 14 of a circular opening array is inaccurate as shown in drawing 2 C for example, -- a hole -- the {111} side 6 which is a side face turns into a flat field. Unlike the case of the conventional square opening 3, neither the dimension a of the upper limit of the hole 7 after etching processing nor the dimension b of a lower limit has the amount of breadth.

[0013] Since said dimensions a and b were not based on a wafer although the square spindle-like hole 7 inclined [as opposed to / since it is formed in parallel with the <110> crystal orientation 5 by two sides which a hole 7 counters in drawing 2 C / the line writing direction 14] aslant, but it was made to regularity, when it uses for the positioning fixture of a point ball optical fiber, it is not based on a fixture, but the location at the tip of an optical fiber can be arranged uniformly. Thus, by forming the circular opening 13, compared with the conventional approach, process tolerance improves and the include-angle doubling precision of the <110> crystal orientation 5 and the line writing direction 14 of circular opening 13 array arranged in the shape of a matrix, i.e., include-angle doubling precision with a mask pattern, becomes still more unnecessary.

[0014] Moreover, regardless of the include-angle doubling precision of the <001> crystal orientation 10 and the line writing direction 14 of circular opening 13 array, i.e., include-angle doubling precision with a mask pattern, as shown in drawing 3, as well as **** when the {110} side silicon wafer 8 is used, highly precise anisotropic etching processing can be carried out by forming the circular opening 13 in the protective coat 2 for etching-proof.

[0015] The example of this invention is explained in order of a production process.

(1) Attach to both sides of the {100} side Si wafer 1 the protective coat 2 for etching-proof which consists of SiO₂ (or Si₃N₄) (drawing 1 A).

(2) Form the circular opening 13 in the protective coat 2 on top by etching processing which used **-ized hydrogen next (drawing 1 B).

[0016] (3) Perform anisotropic etching and form the square spindle-like hole 7 (drawing 1 C).

(4) Attach the double-sided etching-proof protective coat 2 to a **-ized hydrogen solution, and remove it (drawing 1 D).

The dimensional accuracy of the hole 7 opened using the circular opening 13 is not influenced by the include-angle

doubling precision of the crystal orientation 5 of a silicon wafer 1, and mask pattern 2', but process tolerance is decided only by precision of the diameter dimension a of the circular opening 13. Therefore, unnecessary and highly precise anisotropic etching processing of the include-angle doubling precision of the crystal orientation 5 of silicon and mask pattern 2' is attained.

[0017] Since it is also the same as that of the case where the above-mentioned {100} side silicon wafer 1 is used when forming the circular opening 13 in a protective coat 2, carrying out anisotropic etching processing using the {110} side Si wafer 8 and forming the hole 7 of a rhombus, explanation is omitted. Although the silicon wafer is made to penetrate a hole 7 in the thickness direction in explanation to this, this invention is not restricted in this case, but also when forming a hole in the depth of arbitration, it can be applied.

[0018]

[Effect of the Invention] By forming the circular opening 13 in the protective coat 2 for etching-proof formed in the silicon wafer, it is lost that the dimension of the opened hole is influenced by the include-angle doubling precision of the crystal orientation of a wafer and a mask pattern, and highly precise anisotropic etching processing can be carried out.

[Translation done.]